

Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. Bull. K. Belg. Inst. Nat. Wet.	Bruxelles Brussel	31-XII-1973
49	SCIENCES DE LA TERRE - AARDWETENSCHAPPEN	3

NOTES MINERALOGIQUES

XVI. — Efflorescences de sulfates sur des roches carbonifères belges

PAR

R. VAN TASSEL

L'altération facile de roches contenant de la pyrite et/ou de la marcasite peut donner naissance à toute une suite de minéraux sulfatés essentiellement ferrifères. Des exemples ne manquent pas dans la littérature. Le but de cette note est d'apporter une contribution sur le plan régional et de souligner l'occurrence vraisemblablement fréquente de certains sulfates apparemment plutôt rares.

Des prélèvements, d'une part, à Blaton, dans la province du Hainaut, dès 1955, et, d'autre part, aux Charbonnages de Patience et Beaujonc, au siège Fanny, à Ans, dans la province de Liège, en 1962 (A. L'HOEST, 1964), ont permis de repérer toute une série de minéraux sulfatés secondaires : gypse, mirabilite, tamarugite, epsomite, pickeringite parmi les sulfates non ferrifères, et szomolnokite, rozenite, ferrohexasulfate, mélanterite, halotrichite, jarosite, sidéronatrite, métavoltine, copiapite et coquimbite parmi les sulfates de fer.

A Blaton, une tranchée fut ouverte en 1955, pour la rectification du tracé du canal Nimy-Antoing au Mont des Groseilliers. Au talus nord-est se formaient, déjà après un an suivant les observations faites en mai 1956, des efflorescences jaunâtres surtout aux endroits situés à environ 450 m et à env. 600 m à l'est du pont de la route Blaton-Péruwelz. Au dernier point les efflorescences se présentaient particulièrement abondantes au cours des années. Des récoltes faites en 1964 fournirent un matériel assez important. Les sulfates reconnus sont : le gypse, l'halotrichite, l'epsomite, la mélanterite-

rite, la rozenite, la jarosite, la métavoltine, la copiapite et la coquimbite (1). La jarosite a déjà été signalée en 1956 (R. VAN TASSEL).

La tranchée de Blaton a fait l'objet d'une description lithologique détaillée en 1961 (J. BOUCKAERT, A. DELMER et P. OVERLAU) et en 1967 (K. FIEGE). Elle expose une succession continue de roches allant du Viséen supérieur au Namurien inférieur. Les roches donnant naissances aux efflorescences sulfatées sont des silicites (phtanites) et des schistes (Section VII de K. FIEGE, 1967 : silicites et schistes, de 78 à 91 % SiO_2 ; section XI : silicites, schistes silicieux et schistes de 89 % SiO_2 , concrétions de pyrite). En raison des faibles quantités d'aluminium, de calcium et de magnésium dans ces roches, il y a lieu de s'attendre surtout à des sulfates de fer comme minéraux efflorescents.

Au puits d'extraction Fanny, à Ans, des Charbonnages de Patience et Beaujonc, dans la partie centre-occidentale du Comble nord du Bassin houiller de Liège, des roches schisteuses et du charbon anthraciteux ont donné naissance, à plusieurs endroits, à des efflorescences. A. LHOEST (1964) a énuméré un certain nombre de minéraux d'altération (identifications et descriptions de R. VAN TASSEL) : sel gemme en stalactite, jarosite s.l., sidéronatrite, métavoltine et epsomite. A part le gypse, la mélantérite et la jarosite, les sulfates repérés sur le matériel récolté par A. LHOEST sont : métavoltine, halotrichite, rozenite, epsomite au siège Fanny, étage 535 m, au niveau de la couche de charbon n° 13 et du schiste adjacent (Westphalien A, zone de Genk); mirabilite, métavoltine et sidéronatrite au siège Fanny, étage 360 m, au niveau de la couche de charbon n° 4 (Westphalien A, zone de Genk); halotrichite et epsomite au siège Fanny, étage 460 m, au niveau 60 d'A. LHOEST 1964 (Westphalien A, zone de Beyne) et copiapite, rozenite et szomolnokite au siège Fanny, étage 535 m, au niveau du schiste du niveau 84A d'A. LHOEST 1964 (Westphalien A, zone de Beyne).

Dans les pages qui suivent, les différents minéraux observés sont passés en revue. Leurs identifications sont basées essentiellement sur l'interprétation des radiogrammes de poudres, complétée par des essais chimiques et des observations optiques. Plusieurs des minéraux signalés ici ont déjà été repérés en Belgique, tels que la mélantérite, l'epsomite, l'halotrichite, la pickeringite, la mirabilite, la copiapite, la métavoltine, la sidéronatrite et la jarosite. Parmi les sulfates non encore repérés en Belgique, il y a lieu surtout de prendre la coquimbite en considération et de souligner la possibilité d'une occurrence beaucoup plus fréquente de ce minéral. Il est possible, d'autre part, que quelques substances comme la ferrohexasulfate, la rozenite, la szomolnokite et la tamarugite ne soient pas des « minéraux » présents *in situ*, mais qu'elles soient des produits d'altération formés après la récolte.

(1) Le même gisement a également permis de repérer une série de minéraux phosphatés : allophane-évanosite, apatite, beraunite, cacoxénite, crandallite, minyulite, phosphosidérite, strengite, strunzite (R. VAN TASSEL).

1. COQUIMBITE ET COPIAPITE

Des efflorescences jaunâtres formaient des croûtes sur des silicites (phtanites et schistes noirs, à Blaton, en deux endroits essentiellement, soit à ± 450 m et à ± 600 m à l'est du pont de la route Blaton-Péruwelz. Le résultat des analyses chimiques et röntgenographiques de ces encroûtements jaunes est donné au Tableau I, où est jointe pour comparaison l'analyse d'un produit chimique « Sulfate ferrique $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \pm 6\text{H}_2\text{O}$ » (UCB n° 1370, n° de fabrication 410265), qui se présente comme une poudre microcristalline, blanche légèrement teintée de mauve. Les rapports moléculaires observés $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{SO}_3 : \text{H}_2\text{O}$ se rapprochent du rapport 1 : 3 : 9, qui est celui admis pour la coquimbite.

L'examen des efflorescences et du produit chimique montre que ces substances sont minéralogiquement hétérogènes. Dans les efflorescences se distinguent, au sein d'une substance poudreuse franchement jaune, des mouchetures blanches ou grises. Celles-ci se différencient parfois en microcristaux incolores d'aspect vitreux, enchevêtrés, à facettes très miroitantes. Ces microcristaux sont anisotropes, faiblement biréfringents, avec indices de réfraction inférieurs à 1.562. D'après l'examen aux rayons X, ce matériel est de la coquimbite, tandis que la poudre jaune associée est de la copiapite. La copiapite se concentre aussi sous forme de petites grappes isolées de couleur jaune à jaune pâle.

La copiapite n'est pas lente à se former, car elle fut déjà repérée en 1956, un an après l'ouverture de la tranchée, au pied du talus, dans les produits de ruissellement.

Le produit chimique est composé d'un mélange, d'une part, de grains incolores, informes, anisotropes, très faiblement biréfringents avec $n_p \sim 1,550$ et $n_g < 1,570$, bourrés de bulles, et, d'autre part, de lamelles, à contour finement dessiné, légèrement jaunâtres, anisotropes, fortement biréfringentes avec $n_p \sim 1,532$ et $n_g \sim 1,634$. D'après les radiogrammes de poudres, la première substance est à assimiler à la coquimbite, la seconde à la copiapite.

Aux Charbonnages de Patience et Beaujonc, au siège Fanny, à Ans, à l'étage 460 m, la copiapite est concentrée dans un encroûtement jaune or sale, microcristallin, formé sur le schiste carbonneux du niveau 84A d'A. LHOEST, 1964. Cette copiapite se présente en d'innombrables lamelles, de 25 à 50 μ , jaunâtres, en forme de losanges nettement dessinés.

Les résultats de l'examen aux rayons X sont consignés au Tableau II.

2. METAVOLTINE ET SIDERONATRITE

Ces deux minéraux se rencontrent assez fréquemment aux Charbonnages de Patience et Beaujonc. Ils sont observés sur du charbon, du siège Fanny, à Ans, aux étages 360 m (couche n° 4) et 535 m (couche n° 13). La sidéronatrite est la plus abondante et se présente sous forme de rosettes et de

TABLEAU I.
Analyses d'efflorescences jaunes de Blaton

	Efflorescence		Produit chimique « Fe ₂ (SO ₄) ₃ ± 6 H ₂ O » UCB (Anal. 1928) (1)	Coquimbite (composition calculée)			
	à 450 m (Anal. 996) (1)	à 600 m (Anal. 995) (1)					
H ₂ O-	14,5 %	} 27,9 1,549	15,2 %	} 27,7 1,538	28,85 %		
H ₂ O+	13,4		16,1			11,4	
Fe ₂ O ₃	27,0	0,169	23,0	0,144	29,0	0,181	28,41
Al ₂ O ₃	1,0	0,010	3,1	0,030	0,0		
MgO	0,1		0,2		0,0		
CaO	traces		traces		0,0		
SO ₂	39,9	0,498	39,9	0,498	44,0	0,550	42,74
Résidu (2)	3,6		0,6				
Total	99,5		98,1		100,7		100,00
Fe ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃) : SO ₂ : H ₂ O	1 : 2,8 : 8,7		1 : 2,9 : 10,0		1 : 3,04 : 8,5		1 : 3 : 9
Minéraux reconnus aux rayons X	Coquimbite et copiapite		Coquimbite et copiapite		Coquimbite et copiapite		

(1) Analyses L. VAN STIPHOUT.

(2) Fragments et poussières de roche.

TABLEAU II.

Radiogrammes de coquimbite et de copiapite

Coquimbite			Copiapite		
Micro-cristaux, Blaton (1)	ASTM 6 - 40	C. O. HUTTON, 1971	Grappes jaunes Blaton (1)	Lamelles jaunes, Ans (2)	J. KUBISZ, 1964
9,35 Å f	9,44 Å 4	9,43 Å 4	9,00 Å TF	9,30 Å TF	9,05 Å 100
8,94 m	8,52 2		6,86 m		6,88 6
8,36 mF	8,26 10	8,26 10			6,15 20
7,62 f			6,02 F	6,20 F	5,98 60
5,48 mF	5,45 7	5,44 5	5,54 F	5,61 F	5,54 23
		4,73 2 ¹ / ₂	4,70 m	4,72 m	4,69 12
4,63 TF	4,60 5	4,599 6	3,98 mFd	4,29 fd	4,12 18
3,66 f	3,64 4	3,633 5	3,54 TF	3,52 F	3,55 20
3,49 f	3,50 4	3,492 3	3,10 mF	3,24 f	3,11 16
3,37 F	3,36 6	3,36 7	2,96 m	3,06 f	2,94 12
3,10 f	3,10 3	3,098 2 ¹ / ₂	2,81 f		
3,04 tf	3,03 3	3,020 3	2,68 mf		2,60 6
2,76 F	2,76 8	2,753 7	2,52 f	2,49 tf	2,51 8
2,539 m	2,538 2	2,531 3	2,38 mf		
2,310 mf	2,303 3	2,297 3	2,27 f		
		2,079 1	2,17 tf		
		1,968 2 ¹ / ₂	2,07 f	2,07 tf	2,07 6
	1,941 1	1,943 2 ¹ / ₂	2,01 f		
1,861 f	1,858 3	1,856 3	1,90 tf		
	1,821 3	1,821 2	1,82 f	1,82 tf	1,83 5
1,775 f	1,780 2	1,778 1	1,77 tf		
	1,77 1	1,766 2	1,71 tf	1,74 tf	
1,682 f	1,68 1		1,67 fd		
1,484 tf			1,605 tf	1,61 tf	
			1,565 tf		
			1,53 tf		
			1,48 tf		

(1) Caméra Debye-Scherrer de 57,3 mm Ø, radiation Co K α .(2) Caméra Debye-Scherrer de 57,3 mm Ø, radiation Cu K α .

houppes, à fines aiguilles soyeuses, jaune paille, parfois orangées. La métavoltine se présente sous forme de grumeaux isolés, ou concentrés en nids, de couleur franchement orange. Au microscope, les agglomérats de métavoltine se dissocient en d'innombrables lamelles hexagonales, délicatement dessinées, de 7 à 15 μ , empilées en vermicules. Aussi bien pour la sidéronatrite, que pour la métavoltine, il s'agit du faciès habituel de ces sulfates, observés déjà dans les bassins houillers de Mons, de Charleroi et de la Campine (R. VAN TASSEL, 1956 et 1961). Les résultats de l'examen aux rayons X sont consignés au Tableau III.

A Blaton, la métavoltine est repérée sous forme de rares grumeaux isolés jaune franc, à 600 m du pont de la route Blaton-Péruwelz.

TABLEAU III.

Radiogrammes de la métavoltine et de la sidéronatrite

Métavoltine		Sidéronatrite	
Ans (1)	ASTM 20 - 742	Ans (1)	F. CESBRON, 1964
9,10 A m	9,06 A 100	10,3 A TF	10,15 A TF
8,21 m	8,26 90	6,95 f	6,78 mF
7,50 TF	7,58 30	6,0 tf	5,86 mf
6,17 m	6,18 20b	4,9 fd	5,00 f
4,76 fd	4,61 20	3,66 f	3,58 mF
4,14 fd	4,12 18	3,43 m	3,38 F
3,76 mF	3,74 50		3,18 f
3,30 F	3,28 75	3,06 F	3,01 TF
3,08 TF	3,07 70b		2,86 tf
2,90 m	2,88 50	2,72 mF	2,68 F
2,77 m	2,78 30	2,57 tf	2,537 tf
2,59 tf	2,57 6	2,40 tf	2,37 f
2,515 tf	2,50 8	2,04 f	2,01 f
2,36 mf	2,38 12	1,98 fd	1,969 f
	2,36 10		1,947 f
2,29 mf	2,29 25		
2,21 mfd	2,22 18	1,77 f	1,754 f
	2,19 14b		
	2,11 10	1,58 f	1,572 f
2,04 fd	2,03 4b	1,51 f	
1,84 tf	1,838 10		
1,805 mf	1,800 20		

(1) Caméra Debye-Scherrer de 57,3 mm \varnothing ; radiation CoK α .

3. HALOTRICHITE ET PICKERINGITE

Dans le matériel examiné, les minéraux de ce groupe se présentent toujours sous une forme aciculaire. Il est connu qu'ils forment une série isomorphe et il est difficile de préciser l'espèce sans analyse chimique. La détection de Fe^{2+} abondant, par réaction microchimique, peut toutefois guider la détermination approximative.

Ces minéraux ne sont pas rares au siège Fanny, à Ans, à l'étage 460 m (niveau 60 d'A. LHOEST, 1964) et à l'étage 535 m à hauteur du niveau 56 (couche n° 13). Au dernier point les minéraux tapissant les surfaces du charbon et du schiste adjacent. Une analyse chimique de cette efflorescence (R. N2893, analyse n° 1931) a donné les résultats suivants : H_2O^- 31,6 %, Fe_2O_3 3,7, Al_2O_3 10,2, MgO 4,9, CaO traces, SO_3 35,4 et résidu 1,9. La diffractogramme des rayons X (RX 4919) y a décelé un minéral du groupe halotrichite-pickeringite.

Divers membres du groupe peuvent se trouver en paragenèse, car, sur un même échantillon de schiste du niveau 56 de l'étage 535 m du siège Fanny (R. N2894), des aiguilles bien rectilignes, minces, incolores, limpides, se révèlent riches en Fe^{2+} et d'autres aiguilles courbes, blanches, très pauvres en Fe^{2+} . Les premières sont, dès lors, à rapporter à l'halotrichite s.l. ou à une pickeringite ferreuse (RX 4956), les secondes à la pickeringite (RX 4957). Ces minéraux sont associés, parfois très intimement, à l'epsomite décrite ci-après.

A Blaton, ces minéraux sont rares. De fines aiguilles blanches, soyeuses, disposées en éventail, riches en Fe^{2+} , sont assimilées à l'halotrichite s.l. (RX 4748). Elles forment des touffes isolées sur des silicites et sont accompagnées de rozenite et de copiapite.

Les résultats de l'examen aux rayons X sont consignés au Tableau IV.

4. MELANTERITE, EPSOMITE, FERROHEXAHYDRITE, ROZENITE ET SZOMOLNOKITE

La mélantérite, est observée surtout, aux Charbonnages de Patience et Beaujonc, au siège Fanny, à Ans, à l'étage 535 m, sur du charbon de la couche n° 4, en association avec d'autres minéraux d'altération. Elle se présente sous sa forme habituelle d'une substance vitreuse et incolore.

L'epsomite est repérée à deux endroits de la couche n° 13 au siège Fanny, soit à l'étage 535 m et à l'étage 460 m. Elle se présente sous forme de mamelons blanchâtres, parfois hérissés de fines aiguilles d'un minéral du groupe halotrichite-pickeringite, et sous forme de cristaux incolores, vitreux, exempts de Fe^{2+} . A Blaton, l'epsomite se présente en efflorescence blanche, exempte de Fe^{2+} , sur une silicite, à 600 m du pont de la route Blaton-Péruwelz.

TABLEAU IV.
Radiogrammes de l'halotrichite et de la pickeringite

Halotrichite s.l.		Halotrichite J. P. JENNI, 1971	Pickeringite	
Blaton (RX 4748) (1)	Ans (RX 4956) (2)		Ans (RX 4957) (3)	J. P. JENNI, 1971
4,86 Å TF	4,82 Å TF	4,77 Å 100	4,80 Å F	4,82 Å 100
4,34 mF	4,31 F	4,29 55	4,19 TFd	4,32 35
4,11 m	4,13 F	4,09 45		4,12 30
3,74 f	3,78 f	3,75 40	3,78 tf	3,79 30
3,48 TF	3,49 TF	3,48 100	3,49 F	3,51 90
	3,37 tf			
2,88 f	2,88 f	2,86 30	2,86 tf	2,89 20
2,68 tf	2,68 f	2,67 25	2,68 tf	2,68 20
2,57 f	2,57 tf	2,55 20	2,57 tf	2,56 10
2,29 f	2,29 f	2,27 12	2,26 tfd	2,28 14
1,882 m	1,88 m	1,86 20	1,88 m	
1,783 tf				
1,675 tf				

(1) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm Ø, radiation $\text{CoK}\alpha$. Substance riche en Fe^{2+} .

(2) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm Ø, radiation $\text{CuK}\alpha$. Substance riche en Fe^{2+} .

(3) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm Ø, radiation $\text{CuK}\alpha$. Substance très pauvre en Fe^{2+} .

La distinction entre epsomite et mélanterite est facilitée par les radiogrammes de poudres (Tableau V).

L'epsomite a déjà été reconnue en Belgique, associée à la mélanterite, par J. MÉLON (1943), sous forme de houppes de longues fibres blanches, à éclat soyeux, ou de masses stalactitiques, compactes, à Vedrin dans la province de Namur.

Une série d'autres sulfates ferreux plus ou moins hydratés est repérée sur des échantillons de charbon du siège Fanny, étage 535 m, aux niveaux 56 (couche n° 13) et 84A d'A. LHOEST (1964), notamment la ferrohexasulfate $\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en globules blancs mats, la rozenite $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en poudre blanche mate et la szomolnokite $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en poudre blanche saccharoïde. Ces minéraux se trouvent parfois intimement mélangés et leur identification est rendue possible grâce aux radiogrammes de poudres et quelques essais microchimiques relatifs à l'abondance de Fe^{2+} .

Une efflorescence couvrant le schiste et le charbon du niveau 84A a la composition suivante H_2O^- 9,9 %, Fe_2O_3 2,9, Al_2O_3 1,2, FeO 20,4, CaO 0,7, MgO 0,7, SO_3 25,8, Cl néant, résidu 25,8. Le radiogramme de poudre indique que cette efflorescence est constituée essentiellement de rozenite et de szolmonokite. Le résidu est composé de fragments de roche adhérant à l'efflorescence.

TABLEAU V.
Radiogrammes de la mélanterite et de l'epsomite

Mélanterite		Epsomite		
Ans (1)	J. KUBISZ, 1964	Ans (2)	Blaton (3)	J. KUBISZ, 1964
		5,99 Å m	5,95 Å m	5,98 Å 3
5,45 Å f	5,511 Å 7	5,37 m	5,29 m	5,35 9
4,93 F	4,920 10	4,44 m	4,47 m	4,50 6
4,56 tf	4,549 2	4,19 TF	4,24 TF	4,22 10
4,04 tf	4,028 7	3,78 f	3,77 f	3,77 5
3,79 m	3,793 9	3,45 m	3,44 m	3,446 6
3,26 f	3,258 7	2,98 m	2,99 m	2,975 5
2,747 f	2,735 6	2,88 F	2,87 m	2,887 7
2,631 tf	2,644 6	2,75 mf	2,74 m	2,756 7
		2,66 F	2,66 mF	2,674 9
		2,38 tf		2,384 1
		2,20 m		2,207 3
		2,10 fd		2,092 4
		1,95 f		1,956 2
		1,88 fmd		1,895 2
				1,876 2

(1) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm \varnothing , radiation $FeK\alpha$.

(2) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm \varnothing , radiation $CuK\alpha$.

(3) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm \varnothing , radiation $CoK\alpha$. Substance exempte de Fe^{2+} .

Les résultats de l'examen aux rayons X relatif à la ferrohexahydrate, la rozenite et la szolmonokite sont consignés au Tableau VI.

A Blaton, la rozenite est reconnue dans des mamelons blancs, riches en Fe^{2+} , tapissant la surface d'une silicite, où elle est associée à l'halotrichite et la copiapite.

TABLEAU VI.

Radiogrammes de la ferroxahydrate, la rozenite et le szomolnokite

Ferrohexahydrate		Rozenite		Szomolnokite	
Ans (1)	ASTM 15-593 V. V. VLAS- SOV et A. B. KUSNETZOV, 1962	Ans (1)	J. L. JAMBOR et R. J. TRAILL, 1967	Ans (2)	ASTM 21 - 925
5,44 Å m	5,47 Å 3	6,86 Å m	6,85 Å 5	4,84 Å F	4,85 Å 30
5,13 mf	5,12 2	5,48 F	5,46 9	3,46 TF	3,44 100
4,92 mf	4,89 6	4,49 TF	4,47 10	3,30 m	3,28 25
4,40 TF	4,43 10	3,98 F	3,97 7	3,09 F	3,12 40
4,04 mf	4,05 4	3,40 F	3,40 6	2,57 mf	2,579 25
3,60 mf	3,62 4	3,23 mF	3,22 5	2,54 F	2,52 35
3,43 fd	3,40 2	2,97 TF	2,953 5	2,22 m	2,24 16
3,19 f	3,21 4	2,57 m	2,569 4	1,69 mf	1,686 18
2,93 F	2,97 7			1,62 f	1,621 12
	2,93 7				
2,78 mf	2,76 5				
2,68 mf					
2,52 f	2,55 4				
2,28 m	2,30 5				
2,07 f	2,09 4				
2,00 mf	2,03 6				
1,87 mf	1,88 6				
	1,86 6				
1,70 f	1,672 3				

(1) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm Ø; radiation CuK α . Substance riche en Fe²⁺.(2) Caméra Debye-Scherrer 57,3 mm Ø; radiation CoK α . Substance riche en Fe²⁺.

Le laps de temps écoulé depuis la récolte du matériel et l'identification au laboratoire ne permet pas d'affirmer si la ferroxahydrate, la rozenite et la szomolnokite existaient aux gisements d'Ans et de Blaton, au moment de la récolte, ou si elles sont simplement le résultat d'un processus de

déshydratation graduelle s'opérant au cours de la conservation. Il est toutefois probable que quelques-unes, si pas toutes, d'entre elles existent réellement dans le gisement, comme des exemples cités dans la littérature peuvent le faire supposer (R. BROUSSE *et al.*, 1966, R. D. CODY et D. L. BIGGS, 1973; J. L. JAMBOR et R. J. TRAILL, 1967; M. KOSSENBERG et A. C. COOK, 1961; H. G. MIDGLEY, 1962; E. SASS, Y. NATHAN et A. NISSENBAUM, 1965; Y. Y. YURK, E. F. SCHNYUKOV et T. P. KRAMM, 1960).

5. MIRABILITE ET TAMARUGITE

Ces deux minéraux sont repérés aux Charbonnages de Patience et Beaujonc, au siège Fanny, à Ans. La mirabilite se présente sous forme de petits cristaux blancs sur du charbon de la couche n° 4 à l'étage 360 m. La tamarugite, $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, forme de fines croûtes, globules ou mame-lons nacrés, microcristallins, à texture de mosaïque, anisotropes, très fai-

TABLEAU VII.

Radiogrammes de la mirabilite et de la tamarugite

Mirabilite		Tamarugite	
Ans (1)	A. DUBANSKY <i>et al.</i> , 1958	Ans (1)	P. D. ROBINSON <i>et al.</i> , 1966
4,65 Å m	4,56 Å 50	5,6 Å mf	5,53 Å 8
3,18 mf	3,12 50	4,96 m	4,92 6
2,79 F	2,78 100	4,22 TF	4,223 100
2,64 f	2,64 60	3,95 m	4,207 80
2,33 tf	2,33 50	3,63 F	3,96 32
1,87 m	1,86 80	3,18 mf	3,647 59
1,68 tf		3,15 mf	3,17 10
1,66 tf		3,11 mf	3,16 12
1,55 tf		2,90 mf	3,15 21
		2,18 f	2,899 23
		2,05 tf	2,189 7
		1,89 f	2,045 3
		1,63 f	1,904 3

(1) Caméra Debye-Scherrer de 57,3 Ø mm : radiation de $\text{CoK}\alpha$

blement biréfringents et à faible indice de réfraction, sur du schiste (niveau 56 d'A LHOEST, 1964) au niveau de la couche n° 13 à l'étage 535 m. Il n'est pas à exclure que la tamarugite ne soit qu'un produit de déshydratation postérieure à la récolte. L'occurrence du minéral sous forme de globules parfois isolés milite toutefois en faveur d'une formation *in situ*.

La présence des sulfates de sodium au siège Fanny, à Ans, ne doit pas étonner, en raison de l'abondance du sodium dans des minéraux d'altération observés : des stalactites de sel gemme (A. LHOEST, 1964), de la sidéronatrite, de la métavoltine, ce qui implique des eaux de suintement chargées de sodium.

L'identification de la mirabilite et de la tamarugite s'appuie sur leurs radiogrammes de poudres. Pour la tamarugite il y a lieu de se garder d'une certaine confusion à relever dans les tables d'identification. Ainsi « l'alun sodique », d'après J. D. HANAWALT *et al.* (1938), repris par la fiche ASTM 1-0397° « Soda-Alum ? » et par V. I. МИХЕЕВ (1957, p. 533), se réfère plutôt à la tamarugite, dont le radiogramme n'a été publié qu'en 1966 par P. D. ROBINSON *et al.* Les résultats de l'examen aux rayons X du matériel belge se trouvent consignés au Tableau VII.

En Belgique, la mirabilite a déjà été repérée par J. MÉLON (1942) au Charbonnage du Horloz, siège de Tilleur, dans la province de Liège, où le minéral se présentait sous forme d'aiguilles incolores, efflorescentes.

RESUME

La mirabilite, la tamarugite, l'epsomite, la mélantérite, la pickeringite, l'halotrichite, la ferrohexasahydrate, la rozenite, la szomolnokite, la sidéronatrite, la métavoltine, la copiapite et la coquimbite ont été observées dans des efflorescences récoltées à Blaton, dans la province du Hainaut, et dans un charbonnage, à Ans, dans la province de Liège. Des identifications se basent essentiellement sur les données de la diffraction des rayons X.

ABSTRACT

Mirabilite, tamarugite, epsomite, melanterite, pickeringite, halotrichite, ferrohexasahydrate, rozenite, szomolnokite, sideronatrite, metavoltine, copiapite and coquimbite are recognized in efflorescences from Blaton, Hainaut province, and from a colliery at Ans, Liège province. The determinations are mainly based on X-ray powder diffraction data.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BOUCKAERT, J., DELMER, A. & OVERLAU, P.
1961. *Stratigraphie du Viséen moyen et supérieur et du Namurien inférieur dans la région de Basècles-Blaton*. (Mém. Inst. géol. Univ. Louvain, 22, 239-255.)
- BROUSSE, R., GASSE-FOURNIER, F. & LEBOUTELLER, F.
1966. *Cristaux de rozenite et de mélantérite dans la mine de diatomites de La Bade (Cantal)*. (Bull. Soc. franç. Minér., 89, 348-352.)
- CODY, R. D. & BIGGS, D. L.
1973. *Halotrichite, szomolnokite and rozenite from Dolliver State Park, Iowa*. (Canad. Miner., 11, 958-970.)
- CESBRON, P.
1964. *Contribution à la minéralogie des sulfates de fer hydratés*. (Bull. Soc. franç. Miner. Crist., 87, 125-143.)
- DUBANSKY, A.
1957. *Beitrag zur Kenntnis der sekundären Sulfate III* (Coll. Czechosl. chem. Comm. 22, 515-531.)
1958. *Idem. IV* (Coll. Czechosl. chem. Comm., 23, 343-346.)
- DUBANSKY, A. & JEDLICKA, J.
1958. *Beitrag zur Kenntnis der Geochemie sekundärer Sulfate IV*. (Coll. Czechosl. chem. Comm. 23, 343-346.)
- FIEGE, K.
1967. *Tranchée du Canal Nimy-Antoing au Mont des Groseilliers, Blaton. Viséen supérieur et Namurien inférieur*. (Prof. Paper Serv. géol. Belg., 14, 73 + 203 pp.)
- HUTTON, C. O.
1970. *Coquimbite from Nevis, West Indies*. (Miner. Mag., 37, 939-941.)
- JAMBOR, J. L. & TRAILL, R. J.
1967. *On rozenite and siderotil*. (Canad. Miner., 9, 751-763.)
- J. C. P. D. S. (Joint Committee on Powder Diffraction Standards). A. S. T. M. Data Cards.
- JENNI, J. P.
1971. *Über das Pickeringit-Vorkommen von Intschi bei Amsteg (Kt. Uri)*. (Beitr. Geol. Schweiz Klein. Mitt., 53, 14 pp.)
- KOSSENBERG, M. & COOK, A. C.
1961. *Weathering of sulphide minerals in coal: production of ferrous sulphate heptahydrate*. (Miner. Mag., 32, 829-830.)
- KUBISZ, J.
1964. *Studies on supergene sulphate minerals occurring in Poland*. (Prace geol. Polska Akad. Nauk, 26, 73 pp.)
- LHOEST, A.
1964. *Etude de la région centre-occidentale du Comble Nord du bassin houiller de Liège. Etude stratigraphique et paléontologique du gisement des charbonnages Patience et Beaujonc*. (Doc. Centre nat. Géol. houill., 7, 47 pp.)
- MEIXNER, H.
1964. *Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XIX*. (Carinthia II, 74, 7-21.)
- MÉLON, J.
1942. *Sur deux minéraux belges: Pyromorphite et Mirabilite*. (Ann. Soc. géol. Belg., 66, 56-57.)
1943. *Epsomite et mélantérite de Vedrin*. (Ann. Soc. géol. Belg., 67, Bull., 56-59.)
- MIDGLEY, H. G.
1962. *On the occurrence of siderotil in Thames River gravel*. (Amer. Miner., 47, 404-409.)

MIKHEEV, V. I.

1957. *Rentgenometricheskii Opredelitel mineralov.* (868 pp., Moscou.)

ROBINSON, P. D., FANG, J. H. & BLOSS, F. D.

1966. *Cell dimensions and space group of tamarugite.* (Amer. Miner., 51, 1805-1807.)

SASS, E., NATHAN, Y. & NISSENBAUM, A.

1965. *Mineralogy of certain pyrite concretions from Israel and their alteration products.* (Miner. Mag., 35, 84-87.)

VAN TASSEL, R.

1956. *Occurrences de minéraux jarositiques en Belgique.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 32, n° 24, 13 pp.)

1956. *Sidéronatrite dans des charbonnages belges.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 32, n° 51, 4 pp.)

1961. *Sur la métavoltine.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 37, n° 14, 11 pp.)

VLASOV, V. V. & KUZNETSOV, A. V.

1962. *Melanterite and the products of its alteration.* (Zap. Vjesoj. Miner. Obsch., 91, 490-492.)

YURK, Y. Y., SCHNYUKOV, E. F. & KRAMM, T. P.

1960. *New finds of iron sulphates in the Kerch and Taman iron ore beds.* (Dopovidi Akad. Nauk. Ukran. S. S. R., n° 9, 1271-1276.)

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE.

Manuscrit déposé le 30 juillet 1973.